

Işık ve Fizik: Günümüz Biliminin Işık Anlayışı Nedir?

Konuya yabancı olanlar için bir özet

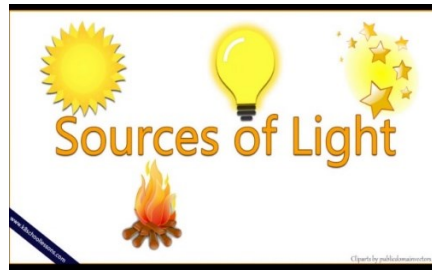
NASA ve Cambridge Üniversitesi açıklamalarından özetlenerek katkılarla hazırlanmıştır.

Hazırlayan: Yüksel Atakan Dr. Radyasyon Fizikçisi Almanya, ybatakan4@gmail.com 27.01.2025

Işık Nedir?

Işık, insan gözünün algılayabildiği bir **elektromanyetik radyasyondur** ve dalga boyları 400-700 nanometre arasında değişir. Kızılötesi ve morötesi ışık da genellikle ışık kategorisine dahil edilir. Vakumdaki hızı saniyede yaklaşık **300.000 km**'dir.

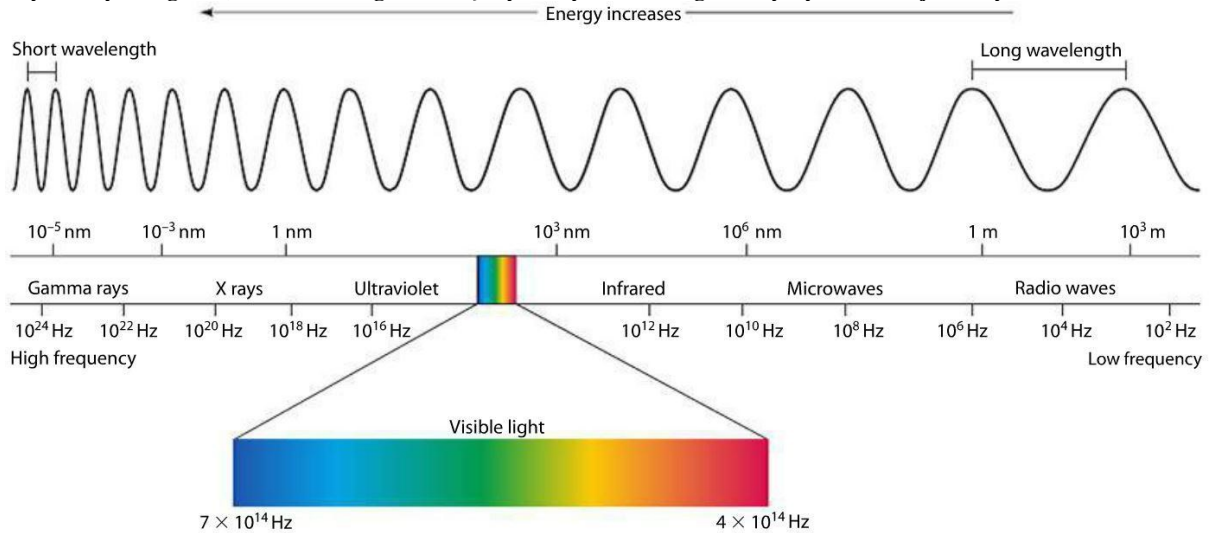
Işık kaynaklarına örnekler



Işık, hem fiziksel bir olay hem de görme duyumuzun temel aracıdır. Güneş'ten gelen ışık, Dünya'yı ısıtır, fotosentezi başlatır ve hava sistemlerini yönlendirir. Ayrıca, **kuantum kuramı** ve klasik elektromanyetizma ışığın hem dalga hem de parçacık özelliklerini açıklar. Bu özelliklere **dalga-parçacık ikiliği** (dualitesi) denir.

Şekilde elektromanyetik (EM) radyasyonun dalga boyları ve frekansları gösteriliyor

En solda çok kısa dalga boylu, yüksek frekanslı girici Gama ve X-ışınları (radyasyonu), en sağda da uzun dalga boylu radyo dalgaları, ortalarda da görünür ışık yer alıyor. Sola doğru radyasyonun enerjisi artıyor.



Güneş'in Yayıdığı Işığın Doğası Nedir?

1700'lü yıllarda ışığın yansımaları, kırılması vb. konularda deneyler yapan **Newton'a** (1643-1727) sormuşlar: **Güneş'ten gelen ışık orada nasıl oluşuyor?** **Newton: Onu bilemem, o Tanrı'nın işidir ! demiş.**

20. YY'dan beri ise ışığın, Güneş'te füzyon ya da termonükleer etkileşim dediğimiz atom çekirdeklerinin kaynaşması sırasında ortaya çıktığını artık biliyoruz.

Güneş'in çekirdeğindeki sıcaklık çok yüksektir: yaklaşık 15 milyon Kelvin. Çekirdekdeki maddenin üzerindeki büyük yerçekimi, çekirdekte çok yüksek bir basınç oluşturur. Bu yüksek sıcaklık ve basınçta, atom çekirdekleri çok yüksek hızlarda birbirine çarparlar. Bu çarpışmaların bazıları, çekirdeklerin birleşerek daha ağır bir çekirdek oluşturmaya yol açar. Bu termo nükleer etkileşme (nükleer füzyon) olurken, genellikle gama ışınları şeklinde ek enerji açığa çıkar.

Dünyanın atmosferine giren radyasyonun neredeyse tamamı Güneş'ten geldiğini söylemiştik. Bu radyasyon enerjisi, Güneş'in dış kısmına doğru hareket eder. Güneş'in yüzeyinin sıcaklığı yaklaşık 5.700 K kadardır. Güneş'ten yayılan ışığın büyük bir kısmı, bu sıcaklıktaki bir kara cisim kaynağına (radyatörüne) özgü özellikler taşır.

Güneş ışığının spektrumu, ışığın Güneş atmosferinden geçişi sırasında da etkilenir. Bu geçiş sırasında iyonlar, atomlar ve moleküller çok dar dalga boyu bantlarında ışığı soğururlar. Sonuç olarak, Dünya'nın atmosferinin üst kısmına ulaşan ışığın spektrumu oldukça karmaşıktır.

Güneş'in enerji yayınlaması tümüyle sabit değildir. Özellikle uzak ultraviyole, X-ışını bölgelerinde ve radyo bölgesinde, Güneş'in enerji yayması dakikadan yıllara kadar değişen zaman dilimlerinde oldukça dalgalanır. Güneş lekelerinin sayısındaki düzenli bir döngü ile tanımlanan 11 yıllık bir döngü vardır. Ayrıca, Güneş'in dönüşü ile ilişkili yaklaşık 11 günlük bir döngü de bulunuyor.

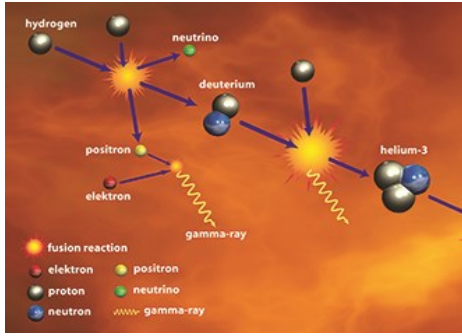
Güneş'te hangi tepkimeler, nasıl oluyor?

Güneş'in enerjisi, daha çok proton-proton (pp) zincir tepkimesi (reaksiyonu) ve küçük bir oranda da karbon-azot-oksijen (CNO) döngüsü yoluyla nükleer füzyon sonucu (atom çekirdeklerinin kaynaşmasıyla) üretilir. **Güneş'in merkezinde, hidrojen çekirdekleri (protonlar) helyum oluşturmak için kaynaşırlar ve bu süreçte enerji açığa çıkar.**

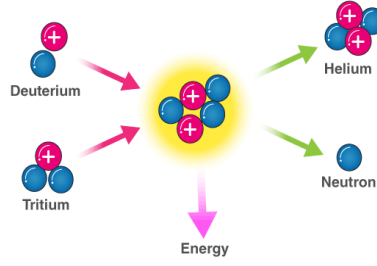
Bu enerji şu şekillerde yayılır:

- **Parçacıkların Kinetik Enerjisi:** Enerjinin büyük bir kısmı füzyonda ortaya çıkan yeni atom çekirdeklerinde, **özellikle helyum çekirdeklerine (alfa parçacıkları) ve protonlara kinetik enerji olarak aktarılır.** Bu kinetik enerji, Güneş'in çekirdeğinde ısı enerjisi olarak ortaya çıkar.
- **Gama Işınları:** Füzyon tepkimeleri (reaksiyonları) sırasında yüksek enerjili gama ışınları (fotonlar) üretilir. Bu fotonlar, çekirdekten dışa doğru hareket ederken birçok etkileşim ve saçılmaya uğrar, enerjilerini yavaşça yitirirler. **Gama ışınları (fotonlar) Güneş'in yüzeyine ulaştıklarında ve dışarıya yayıldıklarında, daha düşük enerjili fotonlara dönüşürler ve daha çok görünür ışık şeklinde yayılırlar.**
- **Nötrinolar:** Enerjinin küçük bir bölümü, madde ile neredeyse hiç etkileşime girmeyen, kütesiz gibi davranan nötrinolarla taşınır. Bu nötrinolar, oluşumlarının hemen ardından Güneş'ten kaçarak uzaya yayılırlar. Bunlar Dünya'da da izlenebilirler. Nötrinolar, Güneş'in çekirdeğindeki füzyon süreçlerinin doğrudan kanıtını sağlar.
- **Nötrinolar, elektriksel olarak yüksüz son derece az kütleli, çok girici elementer parçacıklardır. Nötronlarla karıştırılmamalı !**

Sayısal olarak, dört adet proton kaynaşıp bir helyum çekirdeği oluşturduğunda, toplamın yaklaşık % 0,7'si enerjiye dönüşür (Bu, Einstein'ın $E=mc^2$, denklemiyle hesaplanır). Ortaya çıkan bu enerji, (1) parçacıkların kinetik enerjisi, (2) gama ışınları ve (3) nötrinolar arasında dağılır. Enerjinin büyük bir kısmı Güneş'in içinde kinetik enerji ve gama radyasyonu olarak kalır ve Güneş'in kütle çekimine karşı denge sağlamasına katkıda bulunur. Küçük bir kısmı ise nötrinolar tarafından taşınır.



NUCLEAR FUSION



Şekillerde atom çekirdekleri kaynaşınca daha ağır çekirdekler (Helyum, Trityum, Döteryum) ve sonradan görünür ışığa dönüşen enerji (gama ışınları) ortaya çıkıyor.

Işığın Kökeni

Bilim insanları bugün fotonlardan oluşan ışığın, dalga-parçacık davranışlarının varlığını kabul ediyor. Ancak hala ışığın, evrenin ilk başlangıç oluşumunda nereden geldiği gibi daha varoluşsal soruları tartışıyorlar. Bu soruya yanıt ararlarken, fizikçiler dikkatlerini büyük patlama (Big Bang) ve sonrasındaki birkaç ana çeviriyorlar.

Büyük patlamanın evreni doğuran olay olduğunu bilirsiniz. Büyük Patlama Kuramı Nasıl Çalışır konusunu daha ayrıntılı yazılarda okuyabilirsiniz, ancak burada temel bilgileri anımsamak yararlı olacaktır. Yaklaşık 13,5 milyar yıl önce, tüm madde ve enerji bir **‘tekillik’** adı verilen küçük bir noktada sıkışmış durumdaydı. Bir anda, bu süper yoğun maddenin bulunduğu tek nokta inanılmaz bir hızla genişlemeye başladı. Yeni doğmuş evren genişledikçe, soğuyup daha az yoğun hale geldi. **Bu da daha kararlı parçacıkların ve fotonların oluşmasına (ışığın doğmasına) olanak sağladı.**

Işığın Kökenini özetlersek

Evrenin ilk oluşumu, Büyük Patlama ile başlar. **Büyük Patlama Kuramı**'na göre, başlangıçta tüm madde ve enerji yoğun bir noktadaydı. Genişleyen evren soğudukça elektromanyetizma, güçlü ve zayıf nükleer kuvvetler gibi temel kuvvetler ayrıştı.

Fotonlar, elektromanyetizmanın ayrışmasıyla oluştu ve 380.000 yıl sonra evreni aydınlatmaya başladı. Yıldızlar ve Güneş gibi yeni ışık kaynakları da nükleer füzyonla fotonlar üretmeye devam ediyor.

Sonuç:

Işık, evrenin en temel yapı taşlarından biridir. Güneş'teki füzyon, ışığın bugün Dünya'ya ulaşmasını sağlayan temel süreçtir. **Bilim insanları ışığın kaynağını, dalga-parçacık doğasını ve evrendeki rolünü anlamayı sürdürüyorlar.**

.....

İlgilenenler için ek bilgiler

Büyük Patlama'dan sonra

Güçlü ve zayıf kuvvetlerin ortaya çıkmaları ve bunların kökenleri ?

Büyük Patlama'dan hemen sonra evren genişlerken ve soğurken, **bugün gözlemlediğimiz temel kuvvetler (kütleçekim, elektromanyetizma, güçlü nükleer kuvvet ve zayıf nükleer kuvvet) başlangıçta birleşik bir haldeydi.** Ancak evrenin genişleyip soğumasıyla bu kuvvetler, **simetri kırılması** adı verilen süreçler sonucunda birbirinden ayrıldı.

Güçlü Nükleer Kuvvet:

- Güçlü nükleer kuvvet, proton ve nötronları atom çekirdeğinde bir arada tutar.
- Büyük Patlama'dan sonraki ilk birkaç mikrosaniyede evren, **kuark-gluon plazması** adı verilen bir haldeydi. Plazma'ya çok yüksek sıcaklıkta ve yoğunlukta ateş çorbası denebilir. Bu plazmada kuarklar ve gluonlar serbest bir şekilde bulunuyordu.
- Evren soğudukça kuarklar ve gluonlar /1/ bir araya gelerek proton ve nötronları oluşturdu. Bu süreçle birlikte güçlü nükleer kuvvet, atom çekirdeklerini bir arada tutan baskın kuvvet haline geldi.

(Kaynak: physics.mit.edu)

Zayıf Nükleer Kuvvet:

- Zayıf nükleer kuvvet, radyoaktif atomlardaki beta bozunumu gibi süreçlerden sorumludur.
- Büyük Patlama'dan kısa bir süre sonra zayıf nükleer kuvvet, elektromanyetizma ile birlikte birleşik bir **elektrozayıf kuvvet** olarak var oluyordu.
- Evrenin daha da soğumasıyla bu elektrozayıf kuvvet, bir simetri kırılması yaşayarak elektromanyetik kuvvet ve zayıf nükleer kuvvet olarak ikiye ayrıldı.

(Kaynak: ctc.cam.ac.uk)

Sonuç

Bu kuvvetlerin ayrışması, evrenin bugünkü yapısını ve temel etkileşimleri şekillendiren kritik bir rol oynadı. Özellikle güçlü nükleer kuvvet, atom çekirdeklerini bir arada tutarken, zayıf nükleer kuvvet radyoaktif bozunma ve enerji üretiminde rol oynar.

Bu kuvvetlerin kökeni ve evrimini anlamak, evrenin erken dönemindeki süreçleri açıklamada önemli bir yer tutar.

Işık kaynakları

İşte neler olmuş olabilir:

Büyük patlamanın hemen ardından elektromanyetizma bağımsız bir kuvvet olarak yoktu. Bunun yerine zayıf nükleer kuvvetle birleşti.

Bu sırada, B ve W bozonları olarak bilinen parçacıklar da vardı.

Evren sadece 0.00000000001 saniyelikken, yeterince soğuyarak elektromanyetizmanın zayıf nükleer kuvvetten ayrılmasına ve B ile W bozonlarının fotonlara dönüşmesine olanak sağladı.

Fotonlar, maddenin en küçük yapı taşları olan kuarklarla serbestçe karıştı.

Evren 0.00001 saniye yaşındayken, kuarklar birleşerek protonları ve nötronları oluşturdu.

Evren 0.01 saniye yaşındayken, protonlar ve nötronlar atomlar oluşturmaya başladı.

Son olarak, evren 380.000 yıl yaşındayken, fotonlar serbest kaldı ve ışık uzayın karanlık boşluklarında süzölmeye başladı.

Bu ışık zamanla zayıflayıp kırmızıya dönüştü. Nihayet, yıldızların içindeki nükleer fırınlar devreye girdi ve yeni ışık üretmeye başladı. Güneşimiz yaklaşık 4,6 milyar yıl önce "yandı" ve Güneş Sistemi'ni foton yağmuruna tuttu. O fotonlar o zamandan beri mütevazı mavi gezegenimize akmaya devam ediyor. Birkaçı büyük düşünürlerin -- Newton, Huygens, Einstein -- gözlerine düştü ve onları durmaya, düşünmeye ve hayal etmeye itti.

Kaynak: <http://science.howstuffworks.com/light13.htm>

Daha fazla ilgilenenler için bilgiler

Büyük Patlama'dan sonra hangi kuvvetler ve bunlara bağlı bozonlar oluştu?

Büyük Patlama'dan sonra güçlü nükleer kuvvet ve zayıf nükleer kuvvet birbirinden ayrılarak evrende farklı kuvvetler olarak ortaya çıkmıştır. Bu kuvvetlerin, evrenin çok erken dönemlerinde birleşik bir

kuvvet olarak var oldukları düşünülmektedir. Bu süreç, Büyük Birleşim Dönemi (Grand Unification Epoch) olarak adlandırılır.

1. Büyük Birleşim Dönemi (GUT Dönemi):

Büyük Patlama'nın hemen sonrasındaki ilk anlarda, güçlü nükleer kuvvet, zayıf nükleer kuvvet ve elektromanyetik kuvvet tek bir birleşik kuvvet olarak var oluyordu.

Bu birleşik kuvvet, evrenin çok yüksek sıcaklık ve enerji seviyelerinde var olurdu. Kuvvetler birbirinden ayrı değildi ve tek bir temel kuvvetin farklı halleri olarak mevcuttular.

2. Simetri Kırılması (Elektro-Zayıf Dönem):

Evren genişledikçe ve soğudukça bu birleşik kuvvetler "ayrılmaya" başladı. Bu süreç simetri kırılması olarak adlandırılır.

Soğuma süreciyle birlikte:

Güçlü nükleer kuvvet, elektromanyetik kuvvet ve zayıf nükleer kuvvet birbirinden ayrılmaya başladı.

İlk olarak güçlü nükleer kuvvet, elektro-zayıf kuvvetten ayrıldı ve kendisini daha belirgin hale getirdi.

Zayıf nükleer kuvvet ve elektromanyetik kuvvet birleşik kalmaya devam etti, ancak daha sonra bu kuvvetler de ayrılarak elektro-zayıf simetrisi kırıldı.

Bu süreç, evrenin yaklaşık 10^{15} Kelvin sıcaklıklarında gerçekleşti.

3. Temel Kuvvetlerin Oluşumu:

Güçlü nükleer kuvvet ayrıldığında, bunu taşıyan parçacıklar olan gluonlar da belirginleşti. Gluonlar, kuarkları bir arada tutarak protonlar, nötronlar ve diğer hadronları oluşturur.

Zayıf nükleer kuvvet ise, W ve Z bozonları tarafından taşınır ve bu kuvvet, örneğin beta çürümesi gibi süreçlerden sorumludur.

Bu kuvvetlerin ayrılması, evrenin bugünkü yapısının temelini atmıştır. Bu kuvvetler ve taşıyıcı parçacıkları (bozonlar), maddeyi hem alt düzeyde hem de kozmik ölçekte yönetmektedir.

Özetle:

Güçlü nükleer kuvvet, Büyük Patlama'dan sonra evrenin soğuması ve genişlemesiyle birbirinden ayrıldı.

Zayıf nükleer kuvvet de benzer şekilde, birleşik elektro-zayıf kuvvetten ayrılarak kendi ayrı kuvvetini oluşturdu.

Bu süreçler, Standart Model olarak bilinen parçacık fiziği kuramıyla açıklanır ve bu konudaki bilgiler, günümüz kozmoloji ve parçacık fiziği araştırmalarıyla desteklenmektedir.

Kaynaklar

Cambridge Üniversitesi'nin evrenin kökeniyle ilgili tartışmaları ve NASA'nın kozmoloji açıklamaları bu süreci detaylandırmaktadır. Daha fazla bilgi için Cambridge Üniversitesi'nin "Quantum Cosmology" sayfasına (ctc.cam.ac.uk) göz atabilirsiniz.

/1/ **Quarklar** ve **gluonlar**, parçacık fiziğinde maddenin yapı taşları olan temel bileşenlerdir.

Quarklar Nedir?

- **Quarklar**, hadron adı verilen birleşik parçacıkları oluşturmak için bir araya gelen temel parçacıklardır. Hadronların en kararlı olanları protonlar ve nötronlardır; bunlar atom çekirdeğinin temel yapı taşlarıdır.
- **Altı tür (veya "çeşit") quark** vardır: yukarı (up), aşağı (down), tılsım (charm), garip (strange), üst (top) ve alt (bottom).
- Her quark, kesirli bir elektrik yükü taşır ve ayrıca "renk yükü" adı verilen bir özellik taşır. Bu renk yükü, elektrik yüküne benzer ama üç türdedir: kırmızı, yeşil ve mavi.
- **Renk hapsi (color confinement)** denilen bir fenomen nedeniyle quarklar hiçbir zaman tek başına bulunmaz; her zaman güçlü kuvvet ile birbirine bağlanmış şekilde hadronların içinde yer alırlar.

Gluonlar Nedir?

- **Gluonlar**, quarkları bir arada tutan **güçlü nükleer kuvvetin** taşıyıcı parçacıklarıdır.
- Gluonlar kütsüz bozonlardır ve kendileri de renk yükü taşır. Bu, gluonların hem quarklarla hem de diğer gluonlarla etkileşime girebilmesini sağlar.
- Güçlü kuvvetin benzersiz bir özelliği, quarklar birbirinden uzaklaştıkça kuvvetin artmasıdır. Bu, quarkların her zaman bir arada kalmasını sağlar.

Kuantum Renk Dinamiği (QCD)

- Quarklar ve gluonların etkileşimlerini açıklayan teoriye **Kuantum Renk Dinamiği (Quantum Chromodynamics, QCD)** denir.
- QCD, parçacık fiziğinin Standart Modeli'nin temel bir parçasıdır ve güçlü kuvvetin nasıl işlediğini açıklar.
- QCD'nin önemli bir özelliği **asimptotik özgürlüktür**. Bu, quarkların birbirine çok yakın olduğunda neredeyse serbest hareket ettiğini, ancak uzaklaştıkça güçlü kuvvetin devreye girdiğini ifade eder.

Quark-Gluon Plazması

- Çok yüksek sıcaklık ve yoğunluklarda (örneğin Büyük Patlama'dan hemen sonra veya parçacık hızlandırıcılarında yapılan çarpışmalarda), quarklar ve gluonlar **quark-gluon plazması** adı verilen serbest bir halde bulunabilir.
- Bu plazma hâlini incelemek, evrenin ilk anlarındaki koşulları ve QCD'nin temel özelliklerini anlamak için çok önemlidir.

Kaynaklar

1. **NASA'nın eğitim materyalleri**, quarkların gluonlarla bir arada tutulduğunu ve gluonların "dünyayı bir arada tutan yapıştırıcı" olarak adlandırıldığını vurgular. ([NASA Kaynağı](#))
2. Michael Creutz'un "**Quarks, Gluons and Lattices**" kitabı, kuantum alan teorisini anlamak isteyenler için kapsamlı bir kaynaktır. ([Cambridge Yayınları](#))

Bu bilgiler, hem NASA hem de akademik kaynaklarda ayrıntılı şekilde açıklanmıştır ve evrenin temel yapısını anlamamızda önemli bir yer tutarlar.